

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально–педагогический  
университет»

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО  
ЭКЗАМЕНА ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ «СВАРЩИК»**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиль Машиностроение и материалобработка  
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном  
производстве

Идентификационный код ВКР: 140

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально–педагогический  
университет»

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Б.Н.Гузанов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО  
ЭКЗАМЕНА ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ «СВАРЩИК»**

Идентификационный код ВКР: 140

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-405С

Ю.А. Пустовалов

Руководитель:  
доц., канд. пед. наук

М.А. Федулова

Нормоконтролер:  
доц., канд. техн. наук

Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2019



## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 120 страницах, содержит 12 рисунков, 17 таблиц, 18 источников литературы.

Ключевые слова: ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКЗАМЕН, СТАНДАРТЫ ВОЛДСКИЛЛС РОССИЯ, ПРОФЕССИЯ «СВАРЩИК», КОМПЕТЕНЦИЯ «СВАРОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ», УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

Пустовалов Ю. «Разработка методики проведения демонстрационного экзамена при подготовке по рабочей профессии «Сварщик»: выпускная квалификационная работа / Ю.И.Пустовалов; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т. Инж.-пед. образования, Каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 120 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка методики проведения демонстрационного экзамена по рабочей профессии «Сварщик»».

2. Цель работы: разработать учебно-методическое обеспечение демонстрационного экзамена при подготовке по рабочей профессии «Сварщик» в профессиональном образовательном учреждении среднего профессионального образования.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнено изучена методика организации демонстрационного экзамена по стандартам Волдскиллс Россия, с учетом изученных методических рекомендаций разработано учебно-методическое сопровождение проведения демонстрационного экзамена, включающее технические задания разного уровня, систему оценок уровня сформированности компетенции.

4. Результаты данной работы могут быть использованы проведения демонстрационного экзамена при подготовке по рабочей профессии «Сварщик» в профессиональном образовательном учреждении среднего профессионального образования.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	6
1 Теоретические основы организации итоговой государственной аттестации студентов СПО в связи с внедрением стандартов Ворлдскиллс Россия .....	10
1.1 Демонстрационный экзамен как форма государственной итоговой аттестации.....	10
1.2 Обязательные условия для проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия.....	13
1.3 Этапы подготовки и проведения демонстрационного экзамена.....	14
2 Адаптация методики организации и проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия по компетенции «Сварочные технологии» .....	21
3 Разработка технологического процесса сборки и сварки двухтавровой балки .....	28
3.1 Описание конструкции.....	28
3.2 Материалы, необходимые для изготовления конструкции.....	29
3.3 Выбор способа сварки .....	32
3.4 Выбор сварочных материалов .....	34
3.5 Расчет параметров режима сварки .....	35
3.6 Выбор сварочного и вспомогательного оборудования.....	42
3.7 Технологический процесс сварки.....	49
3.8 Контроль качества .....	51
Заключение .....	54
Список использованных источников.....	55
Приложение А. – Комплект оценочной документации для проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия по профессии «Сварщик».....	57

Приложение Б. – Инструкция по охране труда и технике безопасности.....	98
--	----

## ВВЕДЕНИЕ

Система среднего профессионального образования (СПО) России на современном этапе решает задачи опережающего развития, что связано с переходом на путь новой индустриализации и импортозамещения. Это обусловило определение новых подходов не только к проектированию профессиональных образовательных программ подготовки квалифицированных рабочих, но и разработку современных мониторинговых действий и систем оценивания качества профессиональной подготовки с учетом международной практики организации такой деятельности. В этой ситуации в послании Федеральному Собранию 4 декабря 2014 года Президент Российской Федерации дал поручение: «К 2020 году как минимум в половине колледжей России подготовка по 50 наиболее востребованным и перспективным рабочим профессиям должна вестись в соответствии с лучшими мировыми стандартами и передовыми технологиями..» [2], которое направлено на существенное обновление подготовки рабочих кадров в России. Это инициировало на период 2015-2020 года принятие мер для осуществления эффективной подготовки кадрового состава по наиболее востребованным и перспективным профессиям, входящим в перечень Топ 50 профессий, с учетом лучшего зарубежного опыта и передовых технологий современного производства, экономики и образования.

С этих позиций в настоящее время в образовательных учреждениях СПО происходит внедрение процедуры демонстрационного экзамена по стандартам Вордлскиллс Россия в рамках государственной итоговой аттестации обучающихся, так как в том же послании было оговорено, что «к 2020 году численность выпускников образовательных организаций, реализующих программы СПО, продемонстрировавших уровень подготовки, соответствующий стандартам Вордлскиллс Россия, должна составить 50 000».

Международное некоммерческое движение Вордлскиллс имеет целью повышение престижа рабочих профессий и развитие профессионального образования путем внедрения и распространения практики и профессиональ-

ных стандартов во всем мире посредством организации и проведения конкурсов профессионального мастерства, как в каждой отдельной стране, так и во всем мире в целом. Россия вошла в международную организацию WorldSkills в 2012 году, а 2014 году по поручению Президента Российской Федерации В.В.Путина была создана российская организация этого движения, называемая «Ворлдскиллс Россия».

Технологии сварочного производства находят распространение практически во всех отраслях производства, в связи с этим профессия Сварщик нашла свое место в списке 50-ти наиболее востребованных на рынке труда, новых и перспективных профессий, которые требуют среднего профессионального образования. Процедура демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс предполагает проведение государственной итоговой аттестации выпускников по программам СПО образовательных организаций среднего профессионального и высшего образования. В этой связи в рамках демонстрационного экзамена создаются и моделируются реальные производственные условия, когда выпускники демонстрируют приобретенные профессиональные умения и навыки по рабочей профессии.

Объектом данной разработки является процесс государственной итоговой аттестации выпускников по программам СПО образовательных организаций среднего профессионального образования.

Предметом – процесс формирования профессиональных умений и навыков выпускников.

Целью дипломной работы является разработка учебно-методического обеспечения демонстрационного экзамена при подготовке по рабочей профессии «Сварщик» (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)).

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- 1) анализ научно-методической литературы по проблеме внедрения демонстрационного экзамена в условиях СПО по программам подготовки квалифицированных рабочих, служащих;



2) изучение практики организации и проведения демонстрационного экзамена на основе внедрения стандартов Ворлдскиллс Россия;

3) проектирование учебно-методического сопровождения организации и проведения итоговой государственной аттестации виде демонстрационного экзамена в рамках компетенции «Сварочные технологии» в ГАПОУ СО «Екатеринбургский промышленно-технологический техникум им. В.М. Курочкина».

Исследования при выполнении дипломной работы будут проводиться на основе изучения и анализа научной, технической, психолого-педагогической литературы и нормативных документов, а так же с использованием таких теоретических методов, как анализ, синтез, конкретизация, моделирование.

# **1 Теоретические основы организации итоговой государственной аттестации студентов СПО в связи с внедрением стандартов Ворлдскиллс Россия**

## **1.1 Демонстрационный экзамен как форма государственной итоговой аттестации**

Целью государственной итоговой аттестации (ГИА) является установление соответствия результатов освоения обучающимися профессионально основной образовательной программы среднего профессионального образования (СПО) в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС). В рамках проведения ГИА решаются задачи определения уровня практической подготовленности выпускника СПО к выполнению профессиональных задач, соответствующих его квалификации, который соответствует уровню сформированности общекультурных и профессиональных компетенций. ФГОС СПО определяет виды государственной итоговой аттестации, которые могут быть выбраны соответствующей профессиональной образовательной организацией: это может быть выпускная квалификационная работа или демонстрационный экзамен.

В настоящее время большинство профессиональных образовательных учреждений склоняется к применению демонстрационного экзамена, это обусловлено тем, что Президентом Российской Федерации в послании к Федеральному собранию, состоявшемся 4 декабря 2014 года, официально предложено в виде поручения: 1) вести подготовку квалифицированных рабочих и служащих среднего звена в соответствии «с лучшими мировыми стандартами и передовыми технологиями...»; 2) обеспечить совершенствование системы среднего профессионального образования, особенно в сфере подготовки по наиболее востребованным в промышленности и на производстве и перспективным рабочим профессиям, подготовка по которым должна вестись с учетом лучших мировых практик, передовых технологий и стандартов; 3) выпускники профессиональных образовательных учреждений в рамках итоговой аттестации должны демонстрировать уровень сформиро-

ванности профессиональных компетенций посредством участия в демонстрационном экзамене по стандартам Ворлдскиллс, причем численность их к 2020 году должна составить 50000 человек.

В связи с такой постановкой задачи Союзом «Агентство развития профессиональных сообществ и рабочих кадров «Ворлдскиллс Россия» (далее - Союз «Ворлдскиллс Россия») совместно с Министерством образования и науки Российской Федерации были разработаны соответствующие регламентирующие документы, к ним относится «Методика организации и проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия». Данный документ раскрывает основные понятия процедуры «демонстрационный экзамен», приводит и объясняет обязательные условия проведения демонстрационного экзамена, поясняет этапы подготовки и проведения, включая его подготовку, проведение и подведение итогов. Понятие демонстрационный экзамен – «форма оценки соответствия уровня знаний, умений, навыков студентов и выпускников, осваивающих программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих, специалистов среднего звена, позволяющих вести профессиональную деятельность в определенной сфере и (или) выполнять работу по конкретным профессии или специальности в соответствии со стандартами Ворлдскиллс Россия» [12].

Целевая направленность проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия обусловлена определением уровня сформированности системы знаний и профессиональных умений, необходимых для эффективной профессиональной деятельности в определенной производственной сфере, возможности качественно выполнять работу по конкретной профессии или специальности в соответствии с требованиями стандарта Ворлдскиллс Россия. При этом демонстрационный экзамен, включенный в процедуру ГИА, позволит смоделировать ситуацию реальной профессиональной деятельности, которую оценивать будут независимые эксперты, являющиеся работниками промышленных предприятий или предприятий сферы услуг. При этом может быть решена задача оценивания уровня квалификации и соответствия требованиям рынка труда, причем эта процедура может

отметить дополнительный процесс оценки квалификаций.

Процедура аттестационных испытаний в рамках демонстрационного экзамена позволяет [12]:

1) без прохождения дополнительных аттестационных испытаний одновременно с подтверждением уровня освоения образовательной программы в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами подтвердить квалификацию выпускника в соответствии с требованиями международных стандартов Ворлдскиллс;

2) одновременно с подтверждением квалификации по отдельным профессиональным модулям, востребованным предприятиями-работодателями, выпускник может получить предложение о трудоустройстве еще на этапе выпуска из образовательной организации,

в) одновременно с получением диплома о среднем профессиональном образовании получить документ, подтверждающий квалификацию, признаваемую предприятиями, осуществляющими деятельность в соответствии со стандартами Ворлдскиллс Россия.

При проведении демонстрационного экзамена в профессиональных образовательных учреждениях возможно проведение оценки содержания и качества образовательных программ подготовки, материально-технического обеспечения, уровня квалификации преподавательского состава, а также возможности изменения направления деятельности в сторону дальнейшего совершенствования и развития.

Приглашение представителей предприятий, участвующих в проведение демонстрационного экзамена, согласуется с их интересами, интересами личности выпускников, общества и государства. В процессе проведения демонстрационного экзамена появляется возможность подбора новых лучших квалифицированных кадров, которые проявили свои профессиональные компетенции при итоговой аттестации, а также возможность сотрудничества в области подготовки и обучения персонала.

## **1.2 Обязательные условия для проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия**

Методикой организации демонстрационного экзамена определены обязательные условия его проведения, они заключаются в следующем [12]:

1) Контрольно-измерительные материалы, оценочные средства.

Для проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия должны быть использованы контрольно-измерительные материалы и инфраструктурные листы, разработанные экспертами Ворлдскиллс на основе конкурсных заданий и критериев оценки Финала Национального чемпионата «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia) предыдущего года. Имеются особые требования к содержанию конкурсных заданий: во-первых, они обязательно содержат все модули заданий Финала Национального чемпионата «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia) и сопровождаются схемой начисления баллов, которая должна быть составлена согласно требованиям технического описания, а также подробным описанием критериев оценки выполнения заданий.

Разработанные для демонстрационного экзамена задания должны быть утверждены национальными экспертами по компетенциям, они должны быть едиными для всех кто сдает демонстрационный экзамен в профессиональных образовательных организациях Российской Федерации. Внесение изменений в содержание утвержденного пакета экзаменационных заданий, условий и времени их выполнения возможно только после согласования с Союзом «Ворлдскиллс Россия» и национальными экспертами.

2) Площадки для выполнения заданий демонстрационного экзамена и их оценки. В соответствии с методикой организации площадки, на которых возможно проведение демонстрационного экзамена и их оценки, должны обладать соответствующей материально-технической базой, которая описана в требованиях Союза «Ворлдскиллс Россия». Возможность использования площадок рассматривается, исходя из анализа документов, которые представляет организация.

3) Оценка результатов выполнения заданий экзамена.

Исключительно только эксперты Ворлдскиллс могут осуществлять оценку результатов выполнения демонстрационного экзамена. Это как правило специалисты высокого уровня:

- сертифицированные эксперты Ворлдскиллс;
- эксперты, которые прошли обучение, организованное Союзом «Ворлдскиллс Россия» и имеющие свидетельства о праве оценки выполнения заданий демонстрационного экзамена;
- эксперты, прошедшие обучение, организованное Союзом «Ворлдскиллс Россия» и имеющие свидетельства о праве проведения корпоративного или регионального чемпионата.

#### 4) Регистрация участников и экспертов демонстрационного экзамена.

Для регистрации участников и экспертов демонстрационного экзамена используется Электронная система мониторинга, сбора и обработки данных (eSim) (далее - система eSim). Учет баллов и оценок по результатам выполнения заданий демонстрационного экзамена осуществляется с применением международной информационной системы Competition Information System (далее - система CIS).

### **1.3 Этапы подготовки и проведения демонстрационного экзамена**

#### ***Организационный этап***

На первом этапе происходит определение перечня тех компетенций, по которым будет проводиться демонстрационный экзамен по стандартам Ворлдскиллс Россия, а также площадок проведения демонстрационного экзамена и формирование графика его проведения.

Перечень компетенций определяется не позднее, чем за 4 месяца до начала экзамена, в соответствии с решением органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации, осуществляющего государственное управление в сфере профессионального образования. Компетенции определяются на основе изучения и анализа востребованности предлагаемых рабочих профессий и специальностей, которые выявлены в данном регионе Российской Федерации, а также готовности в предоставлении площадки для проведения

демонстрационного экзамена [12].

Для определения площадок проведения демонстрационного экзамена разработан установленный порядок отбора данной площадки, разработанный Центром проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия (далее - ЦПДЭ). Отбор осуществляется по заявкам от субъектов Российской Федерации, которые предоставляют перечень организаций с необходимой материально-технической базой и оборудованием, что позволяет провести экзаменационные испытания по стандартам Ворлдскиллс Россия. Организация предоставляет необходимые документы, по которым принимается решение.

После всех этих работ формируется график проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия в субъекте Российской Федерации, где указывается количество студентов и выпускников, которые будут участвовать в демонстрационном экзамене.

*Следующий этап характеризуется формированием экспертной группы, организация и обеспечением ее деятельности*

Сначала происходит определение главных экспертов на каждую площадку проведения экзамена, они выбираются из числа сертифицированных экспертов (это Главный эксперт), далее при непосредственном участии Главного эксперта формируется Экспертная группа, которая создается на каждую площадку проведения экзамена из числа экспертов. Руководит деятельностью Экспертной группы Главный эксперт, который распределяет обязанности и полномочия между членами группы в зависимости от их деятельности.

Кроме того, из состава Экспертной группы определяется Технический эксперт, отвечающий за техническое состояние оборудования и соблюдение всеми присутствующими на площадке лицами правил и норм охраны труда и техники безопасности.

В функции Главного эксперта входит проверка точности внесения баллов и оценок в систему CIS.

#### ***Регламентирующие демонстрационный экзамен документы***

Разработка заданий экзамена, критериев оценки и инфраструктурных

листов по компетенциям производится и затем публикуется за 6 месяцев до проведения демонстрационного экзамена, это является работой Союза «Ворлдскиллс Россия» [12].

План мероприятий по подготовке и проведению экзамена начинает формироваться не менее чем за 2 месяца до начала экзамена. Все документы обязательно согласовываются с Главным экспертом и данная информация поступает к членам Экспертной комиссии. Документы при этом публикуются на официальном сайте ЦПДЭ не позднее, чем за 1 месяц до начала экзамена.

### ***Информирование участников демонстрационного экзамена***

Информирование и Регистрация участников демонстрационного экзамена осуществляется ЦПДЭ.

Образовательные организации, в которых будет проводиться демонстрационный экзамен, направляют в адрес ЦПДЭ список студентов, решивших участвовать в демонстрационном экзамене, не менее чем за 2 месяца до планируемой даты проведения экзамена.

Регистрация заявленных участников осуществляется ЦПДЭ в системе eSim, также производится заполнение участниками личных профилей не позднее чем за два месяца до начала экзамена.

### ***Подготовка площадки проведения экзамена и установка оборудования***

После уточнения и регистрации списка участников демонстрационного экзамена Главный эксперт разрабатывает и утверждает схему расстановки и комплектования рабочих мест на каждую площадку.

Обеспечение площадок материалами, техникой и другими средствами, а также инфраструктурными составляющими для проведения демонстрационного экзамена по каждой компетенции зафиксировано за ЦПДЭ, контрольную проверку готовности к проведению демонстрационного экзамена проводит за 2 дня до начала экзамена Главный эксперт, он рассматривает соответствие площадки соответствия всем требованиям в отношении оборудования и необходимых материалов [12].



## **Подготовка к процедуре проведения демонстрационного экзамена**

Необходимое дооснащение площадки и настройка оборудования должна производиться за 1 день до начала экзамена, это выполняет Экспертная группа.

Жеребьевка и распределение рабочих мест участников на площадке проводится в присутствии всех участников так, что исключает возможность спланированного распределения спланированное распределение рабочих мест или оборудования.

Участники демонстрационного экзамена и члены Экспертной группы проходят обязательный инструктаж по охране труда и технике безопасности (далее - ОТ и ТБ), он проводится Техническим экспертом.

На подготовку рабочих мест после того как распределены рабочие места и проведен инструктаж по ОТ и ТБ участникам дается не более 2 часов, в это же время они проверяют и подготавливают необходимый инструмент, материалы, знакомятся с оборудованием и осуществляют его тестирование.

Участники демонстрационного экзамена должны быть ознакомлены с регламентом проведения экзамена, с временными интервалами (обеденными перерывами и временем завершения экзаменационных заданий/модулей), условиями допуска к рабочим местам, что включает условия, разрешающие участникам покинуть рабочие места и площадку, информацию о распределении времени и способе проверки оборудования и т.д. [12].

### ***Основные мероприятия демонстрационного экзамена***

Перед началом экзамена каждый участник имеет время для ознакомления с экзаменационным заданием, письменными инструкциями по заданию, а также с разъяснениями правил поведения и Кодексом этики движения «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia) во время демонстрационного экзамена.

Также перед началом экзамена члены Экспертной группы производят проверку материалов, инструментов или оборудования, на предмет запрещенного в соответствии с техническим описанием, включая содержимое инструментальных ящиков.

Экзаменационные задания выдаются участникам демонстрационного экзамена непосредственно перед началом экзамена. Далее выделяется время на изучение материалов и дополнительные вопросы, оно не включается в общее время проведения экзамена. Минимально отводимое время на ознакомление с представленной информацией составляет 15 минут, которые не входят в общее время проведения экзамена. Ознакомление с экзаменационным заданием каждого модуля происходит перед началом его выполнения.

Главный эксперт дает указание к выполнению экзаменационных заданий участникам демонстрационного экзамена

В ходе проведения демонстрационного экзамена имеются запреты, как то запрещены контакты с другими участниками или членами Экспертной группы без разрешения Главного эксперта.

Если имеются случаи нечестного поведения, то обвиняемый работает с Главным экспертом и его поведение рассматривается Экспертной группой, куда привлекают председателя апелляционной комиссии профессиональной образовательной организации, которую представляет участник. Решения по применению взысканий к указанным участникам основываются на международных правилах проведения соревнований.

В процессе работы участники обязаны неукоснительно соблюдать требования ОТ и ТБ. Несоблюдение участником норм и правил ОТ и ТБ ведет к потере баллов. Постоянное нарушение норм безопасности может привести к временному или окончательному отстранению участника от выполнения экзаменационных заданий [12].

Принципы честности, справедливости и информационной открытости соблюдаются при проведении демонстрационного экзамена. Вся информация и инструкции по выполнению демонстрационного экзамена носят четкий и недвусмысленный характер, не дают преимущества тому или иному участнику. Не допускается вмешательство других лиц, что может помешать участникам выполнить качественно экзаменационное задание.

## ***Оценивание экзаменационных заданий***

Экзаменационные задания демонстрационного экзамена выполняются и оцениваются в соответствии с разработанной схемой начисления баллов, учитывающей основные характеристики компетенций, определяемых техническим описанием. Регистрация всех баллов и оценок осуществляется в системе CIS.

При работе Экспертной комиссии должно быть обеспечено обязательное отсутствие преимуществ у кого-либо из участников демонстрационного экзамена. Поэтому работа Экспертной группы должна быть организован таким образом, чтобы не допустить к оценке работы студента или выпускника эксперта, который принимал непосредственное участие в его подготовке или представляет одну с ним образовательную организацию. Такое условие строго контролируется Главным экспертом, руководителем, обеспечивающим объективность и независимость работы Экспертной группы. Для обеспечения соблюдения указанного требования дополнительно к Методике организации проведения демонстрационного экзамена возможна разработка отдельного документа, регламентирующего организацию работы членов Экспертной группы, а также предусматривающего порядок возможной замены эксперта в случае, если в составе участников демонстрационного экзамена состоит студент или выпускник из одной с ним образовательной организации [12].

Процедура оценивания результатов выполнения экзаменационных заданий осуществляется в соответствии с правилами, установленными для оценки конкурсных заданий региональных чемпионатов «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia), включая использование форм и оценочных ведомостей для фиксирования выставленных оценок и/или баллов вручную, которые в последующем вносятся в систему CIS.

## **Представление результатов демонстрационного экзамена**

Баллы и/или оценки, выставленные членами Экспертной группы, переносятся из рукописных оценочных ведомостей в систему CIS по мере осуществления процедуры оценки. После выставления оценок и/или баллов во

все оценочные ведомости, запись о выставленных оценках в системе CIS блокируется.

После всех оценочных процедур, проводится итоговое заседание Экспертной группы, во время которого осуществляется сверка распечатанных результатов с рукописными оценочными ведомостями. В случае выявления несоответствия или других ошибок, требующих исправления оценки, каждым членом Экспертной группы по рассматриваемому аспекту заверяется форма приема оценки, тем самым обозначается согласие с внесением исправления. Принятая членами Экспертной группы форма приема оценки утверждается Главным экспертом, после чего система CIS блокируется по данной части завершённой оценки. По окончании данной процедуры дальнейшие или новые возражения по утвержденным оценкам не принимаются [12].

Экспертная комиссия по окончании своей работы заполняет итоговый протокол заседания Экспертной комиссии, в котором представлен общий перечень участников, сумма баллов по каждому участнику за выполненное задание экзамена, все необходимые бланки и формы формируются через систему CIS.

Итоговый документ о результатах выполнения экзаменационных заданий по каждому участнику выполняется автоматизировано с использованием систем CIS и eSim. Посредством указанных сервисов осуществляется автоматизированная обработка внесенных оценок и/или баллов, синхронизация с персональными данными, содержащимися в личных профилях участников, и формируется электронный файл по каждому участнику, прошедшему демонстрационный экзамен в виде таблицы с указанием результатов экзаменационных заданий в разрезе выполненных модулей. Формы электронного файла и таблицы разрабатываются и утверждаются Союзом «Ворлдскиллс Россия».

Участники знакомятся с результатами выполненных экзаменационных заданий в личном профиле в системе eSim. Право доступа к результатам экзамена также предоставлено предприятиям - партнерам Союза «Ворлдскиллс Россия» в соответствии с подписанными соглашениями с соблюдением норм федерального законодательства о защите персональных данных [12].

## **2 Адаптация методики организации и проведения демонстрационного экзамена по стандартам ВОРЛДСКИЛЛС РОССИЯ по компетенции «Сварочные технологии»**

В виду перехода организации государственной итоговой аттестации выпускников в формат демонстрационного экзамена, ГАПОУ СО «Екатеринбургский промышленно-технологический техникум им. В.И.Курочкина» инициировал предварительную подготовку к процессу проведения демонстрационного экзамена в рамках реализации ОПОП СПО по профессии 15.01.05. «Сварщик», в соответствии с требованиями ФГОС СПО.

Стадии инициирования по реализации процедуры демонстрационного экзамена по компетенции «Сварочные технологии» заключаются в следующем:

- *во-первых*, формирование банка заданий. Задания формируются исходя из реальных требований и ситуаций в промышленной отрасли, исходя из этого осуществляется изучение технологических процессов производства сварных конструкций на предприятиях, являющихся работодателями для выпускников ЕПТТ им. В.М. Курочкина, это включает изучение сортамента металлоконструкций, сортамента конструкционных материалов, используемых видов сварки; используемого сварочного и сборочного оборудования, все это приводит к возможности подготовки технических описаний заданий, которые могут быть рассмотрены интегрировано с техническими заданиями, предлагаемыми в рамках проведения профессиональных конкурсов Ворлдскиллс Россия. Таким образом, представители учебного заведения производят подготовку к разработке интегрированного технического задания на демонстрационный экзамен;

- *во-вторых*, подготовка материально-технической базы проведения экзамена, в связи с тем, что выполнение технического задания происходит на оборудовании и с использованием материалов, с которыми предстоит иметь дело в реальной производственной рабочей ситуации. Необходимо отметить, что «инфраструктурный лист» - список всего необходимого для реализации

заданий – формируется по последнему слову техники и согласовывается с работодателями, которыми в данном случае являются такие промышленные предприятия, как ПАО Уралмаш, МЗиК им.Калинина, ОАО Уралтрансмаш, ООО «Уральские локомотивы»;

- *в-третьих*, разработка балльной шкалы оценивания выполнения технического задания, которая ранжируется многоаспектно. Проверка осуществляется по 100-балльной шкале, баллы присуждаются за демонстрацию определенных умений, знаний и навыков, список которых по стандартам Ворлдскиллс свой, сверенный с лучшими мировыми практиками и стандартами. Здесь же учитывается ограниченность выполнения задания во времени;

- *в-четвертых*, организация команды независимых экспертов, включая представителей промышленных предприятий, таким образом создается атмосфера представления на рынок труда своего уровня профессионального мастерства;

- *в-пятых*, обеспечение информационной открытости и публичности проведения экзамена, т.е. необходимо подготовить технологические площадки, где могли бы находиться обучающиеся, сдающие экзамен, эксперты, его принимающие, и технический эксперт, отвечающий за обеспечение проведения экзамена необходимыми материалами и исправным оборудованием и инструментами, и зрительскую зону, откуда можно было наблюдать за ходом экзамена.

Одним из основных требований к проведению демонстрационного экзамена по стандартам World Skills является схема расстановки и комплектование рабочих мест на каждую площадку, обеспечение площадок оптимальными средствами и необходимой инфраструктурой для проведения демонстрационного экзамена по компетенции в соответствии с техническими описаниями и инфраструктурными листами, наличие необходимого оборудования.

В связи с тем, что в профессиональных образовательных учреждениях СПО существует недостаточность оснащения материально-технической базы в соответствии с требованиями стандарта World Skills, в том числе и в ЕПТТ им. В.М. Курочкина, демонстрационный экзамен будет проводится в Трени-

ровочном полигоне Межрегионального центра компетенций (МЦК), созданным на базе ГАПОУ СО «Уральский политехнический колледж».

Межрегиональный центр компетенций Уральского региона организован по областям «Промышленные и инженерные технологии» (специализация «Машиностроение, управление сложными техническими системами, обработка материалов») и предназначен для подготовки к мировым чемпионатам профессионального мастерства WorldSkills. Рабочая площадка центра располагается в технопарке «Университетский».

Этапы организации и проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия по компетенции «Сварочные технологии» в ГАПОУ СО «ЕПТТ им. В.М. Курочкина»:

1. Создание рабочей группы для организации и проведения демонстрационного экзамена;
2. Разработка рабочей группой пакета документов, включающий в себя:
  - техническое описание заданий для демонстрационного экзамена;
  - критерии оценки по модулям;
  - индивидуальный оценочный лист экзаменуемого;
  - шкалы приведения балловой системы к оценочной;
  - протокол ГИА;
  - протокол по охране труда и технике безопасности.
3. Формирование экспертной группы.
4. Проведение демонстрационного экзамена:
  - жеребьевка;
  - выполнение практического задания;
  - оценка выполненных практических заданий;
  - подведение итогов, составление итоговых протоколов, обобщение результатов за подписями всех экспертов.

Оценочные материалы разрабатываются ГАПОУ СО «ЕПТТ им. В.М. Курочкина» с учетом методических рекомендаций экспертного сообщества Ворлдскиллс в целях организации и проведения демонстрационного экзамена

по стандартам Ворлдскиллс Россия по компетенции «Сварочные технологии».

Экзаменационное задание на демонстрационный экзамен состоит только из практических заданий.

Комплекты оценочной документации (далее – КОД) разрабатываются по трём уровням (максимальный, средний, минимальный):

**1) КОД №1** - комплект оценочной документации 1-го максимального уровня, предусматривающий оценку задания с максимально возможными баллами для оценки знаний, умений и навыков по всем разделам Спецификации стандарта компетенции «Сварочные технологии» (максимум составляет 100 баллов), продолжительность выполнения данного задания - 17 часов.

В соответствии с Перечнем знаний, умений, навыков Спецификации стандарта компетенции «Сварочные технологии» 1-й уровень заданий состоит из четырех модулей (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение максимальных баллов и времени выполнения модулей 1-го уровня

№ п/п	Наименование модуля	Максимальный балл	Время на выполнение
1	Контрольные образцы	42,2	4 часа
2	Резервуар, работающий под давлением	37,8	7 часов
3	Алюминиевая конструкция	10	3 часа
4	Конструкция из нержавеющей стали	10	3 часа
	<b>ИТОГО:</b>	<b>100</b>	<b>17 часов</b>

**Модуль 1** «Контрольные образцы из углеродистой стали» включает в себя сварку пяти образцов: пластины с одним V-образным стыковым соединением и тавровым соединением; 2 (две) части трубы (диаметром 114 мм и толщиной стенки 8 мм) из углеродистой стали Ст20, Ст3.

**Модуль 2** «Резервуар, работающий под давлением» представляет выполнение сборки и сварки конструкции (сосуда) из конструкционной стали, работающей под давлением.



**Модуль 3** «Алюминиевая конструкция» представляет выполнение сборки и сварки элемента вентиляционного устройства из алюминия.

**Модуль 4** «Конструкция из нержавеющей стали» представляет выполнение сборки и сварки элемента дымохода из коррозионно-стойкой нержавеющей стали.

Оценка выполнения модулей 1-го уровня производится по критериям, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Обобщенная оценочная ведомость выполнения модулей 1-го уровня

Раздел	Критерий	Оценки		
		Субъективная (если это применимо)	Объективная	Общая
1-7	Визуально-измерительный контроль	3,5	51,5	55
1-7	Испытания на герметичность		15	15
1-7	Разрушающий контроль		9	9
1-7	Неразрушающий контроль (РК)		21	21
Итого = 100		3,5	96,5	100

2) **КОД №2** - комплект оценочной документации среднего уровня, предусматривающий оценку задания с фиксированными баллами для оценки знаний, умений и навыков по всем разделам Спецификации стандарта компетенции «Сварочные технологии» (52,2 балла), продолжительность выполнения данного задания - 7 часов.

В соответствии с Перечнем знаний, умений, навыков Спецификации стандарта компетенции «Сварочные технологии» задание 2-го уровня состоит из двух модулей, их содержание представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение максимальных баллов и времени выполнения модулей 2-го уровня

№ п/п	Наименование модуля	Максимальный балл	Время на выполнение
1	Контрольные образцы из углеродистой стали	42,2	4 часа
2	Конструкция из алюминия	10	3 часа
	ИТОГО:	52,2	7 часов

**Модуль 1** «Контрольные образцы из углеродистой стали» представляет выполнение пяти образцов: пластины с одним V-образным стыковым соединением и тавровым соединением; 2 (две) части трубы (диаметром 114 мм и толщиной стенки 8 мм) из углеродистой стали Ст20, Ст3.

**Модуль 2** «Алюминиевая конструкция» представляет выполнение сборки и сварки элемента вентиляционного устройства из алюминия.

Оценка модулей 2-го уровня выполняется по критериям, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Обобщенная оценочная ведомость выполнения модулей 2-го уровня

Раздел	Критерий	Оценки		
		Субъективная (если это применимо)	Объективная	Общая
1-7	Визуально-измерительный контроль	-	12,2	12,2
1-7	Разрушающий контроль	-	9	9
1-7	Неразрушающий контроль	-	21	21
Итого = 42,2		-	42,2	42,2

**3) КОД №3** - комплект минимального уровня, представляет выполнение задания с минимальным баллом 42,2 и продолжительностью 4 часа, предусматривающий оценку задания для оценки знаний, умений и навыков по минимальным требованиям Спецификации стандарта компетенции «Сварочные технологии».

В соответствии с Перечнем знаний, умений, навыков Спецификации стандарта компетенции «Сварочные технологии», 3-й уровень состоит из одного модуля, название которого, максимальный балл за его выполнение и время выполнения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Распределение максимальных баллов и времени выполнения модулей 3-го уровня

№ п/п	Наименование модуля	Максимальный балл	Время на выполнение
1	Контрольные образцы из углеродистой стали	42,2	4 часа
	ИТОГО:	42,2	4 часа

Модуль 1 «Контрольные образцы из углеродистой стали» включает в себя пять образцов: пластины с одним V-образным стыковым соединением и тавровым соединением; 2 (две) части трубы (диаметром 114 мм и толщиной стенки 8 мм) из углеродистой стали Ст20, Ст3.

Оценка модулей 3-го уровня выполняется по критериям указанным в таблице 6.

Таблица 6 – Обобщенная оценочная ведомость выполнения модулей 3-го уровня

Раздел	Критерий	Оценки		
		Субъективная (если это применимо)	Объективная	Общая
1-7	Визуально-измерительный контроль	-	12,2	12,2
1-7	Разрушающий контроль	-	9	9
1-7	Неразрушающий контроль	-	21	21
Итого = 42,2		-	42,2	42,2

В приложении Б представлены комплекты оценочной документации по трём уровням.

### **3 Разработка технологического процесса сборки и сварки двутавровой балки**

#### **3.1 Описание конструкции**

В технологической части дипломной работы представлена разработка технологического процесса изготовления двутавровой балки.

Двутавровая балка является одним из наиболее распространённых элементов стальных конструкций, работающих на изгиб.

«Балки» применяют в различных перекрытиях, рабочих площадках, эстакадах, мостах, подкрановых балках и других конструкциях. Наиболее широкое применение двутавровые балки находят для небольших пролетов при больших нагрузках, а также в строительстве для промышленных, жилых и других помещений. Данная конструкция является универсальной и нашла широкое применение в строительстве.

Сварные «балки» состоят из трех элементов: вертикального – стенки и двух горизонтальных – поясов (полочек), присоединяемых к стенке.

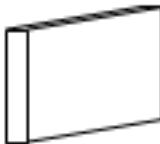
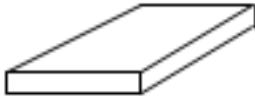
«Балки» несут в основном статические нагрузки (постоянные или медленно возрастающие) в некоторых и циклические (вибрационные) нагрузки. Эскиз двутавровой балки представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Двутавровая балка

Конструкция состоит из позиций, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Сборочные единицы балки

№ поз.	Наименование сборочной единицы	Кол-во	Эскиз сборочной единицы	Габаритные размеры, мм
1	Стенка	1		900x12000x10
2	Полка	2		250x12000x14

Двутавровая балка является сборочной единицей, которая состоит из элементов, изготавливаемых из листов стали толщиной 10 и 14 мм. Двутавровая балка собирается из двух полок и одной стенки.

Габаритные размеры балки: 928 x 250 x 12000 мм.

### 3.2 Характеристика конструкционного материала для изготовления двутавровой балки

Предлагаем данную металлоконструкцию (двутавровую балку) изготавливать из стали 09Г2С, в виду того, что балка применяется в качестве перекрытий внутри производственных и гражданских зданий, указанная сталь наиболее подходит по химическим и физическим свойствам.

Сталь 09Г2С является конструкционной низколегированной сталью, ее применение для данной конструкции объясняется тем, что она обладает высокими механическими свойствами, что позволяет снизить расходы материала на изготовление строительных конструкций. Кроме того, при использовании данной стали металлоконструкции обладают меньшим весом. Элементы и детали сварных и металлических конструкций, изготовленные из данной стали, работают в интервале температур от -70<sup>0</sup>С до +450<sup>0</sup>С.

Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89 [3] приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Химический состав стали 09Г2С

<b>C</b>	<b>Si</b>	<b>Mn</b>	<b>Ni</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>Sr</b>	<b>Cu</b>	<b>As</b>
0.12	0.5-0.8	1.3-1.7	0.3	0.04	0.035	0.03	0.3	0.08

Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89 [3] приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Механические свойства 09Г2С

<b>ГОСТ</b>	<b>Состояние поставки</b>	<b>Сечение мм</b>	<b><math>\sigma_{0,2}</math></b>	<b><math>\sigma_B</math></b>	<b><math>\delta_5, \%</math></b>
11928 – 73	Сортовой и фасованный прокат	До 10	345	490	21
19282 – 73	Листы и полосы (образцы поперечные)	От 10 до 20	325	470	21
		От 20 до 32	305	460	21
		От 32 до 60	285	450	21
19282 – 73	Листы после закалки, отпуска (образцы поперечные)	От 10 до 32	365	490	19
		От 32 до 60	315	450	21
17066 - 80	Листы горячекатаные	2-3,9		490	17

где  $\delta_5$ - относительное удлинение после разрыва;

$\sigma_{0,2}$ - предел текучести;

$\sigma_B$ - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении).

#### Технологические свойства стали 09Г2С

Температураковки  $^{\circ}\text{C}$ : начало 1250, конец 850. Охлаждение на воздухе.

Свариваемость материала без ограничений, способ сварки: РДС, АДС, под флюсом и газовой защитой, ЭШС.

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна.

Свариваемость оценивается путём сопоставления свойств, сварных соединений с аналогичными свойствами основного металла или их нормативными значениями.

По степени свариваемости стали, подразделяют на четыре группы: хорошую свариваемость, удовлетворительную свариваемость, сваривающиеся

ограничено и плохо сваривающиеся. Основным критерием оценки свариваемости стали является ее химический состав.

Существует два способа оценки свариваемости: по эквивалентному углероду ( $C_{\text{Э}}$ ) и по содержанию углерода и легирующих элементов.

В зависимости от эквивалентного содержания углерода стали по свариваемости, делятся на четыре группы [1]:

**1 группа**  $\leq 0,25\%$ , хорошо свариваются без образования закалочных структур и трещин в широком диапазоне режимов, толщин и конструктивных форм;

**2 группа**  $= 0,25-0,35\%$ , удовлетворительно сваривающиеся стали, мало склонны к образованию холодных трещин при правильном подборе режимов сварки, в ряде случаев требует подогрев.

**3 группа**  $= 0,36-0,45\%$ , ограниченно сваривающиеся стали, склонны к трещинообразованию, возможность регулирования сопротивляемости образованию трещин изменением режимов сварки ограничена, требуется подогрев.

**4 группа**  $> 0,45\%$ , плохо сваривающиеся стали, сильно склонны к закалке и трещинам, требуют при сварке подогрева, специальных технологических приёмов сварки и термообработки.

Проведём оценку свариваемости стали 09Г2С для этого, применяется способ оценки свариваемости через эквивалентный углерод  $C_{\text{Э}}$ . Расчет необходим, для определения свариваемости стали и выбора условий сварки.

Вычисления произведём по формуле 1:

$$C_{\text{Э}} = C + \frac{Mn}{6} + 0,0025 \cdot \delta \quad (1)$$

$$C_{\text{Э}} = 0,12 + \frac{1,3}{6} + 0,0025 \cdot 14 = 0,35 \%$$

Произведённый расчет  $C_{\text{Э}}$  по формуле 1, показал  $C_{\text{Э}} = 0,35\%$ . Это значит, что сталь 09Г2С относится ко второй группе, удовлетворительно сваривается.

вающиеся стали, мало склонны к образованию холодных трещин при правильном подборе режимов сварки, в ряде случаев требуется подогрев.

### 3.3 Выбор способа сварки

Сварные швы конструкции «Двутапровая балка» выполняем автоматическим способ сварки под флюсом, так как этот способ менее трудоёмок, более производителен, чем РДС, а также даёт больше возможностей для модернизации сборочно-сварочного оборудования.

На выбор способа сварки влияет протяженность швов, необходимо учитывать тот факт, что швы балки имеют большую протяженность (длина балки 12000 мм).

Схема автоматической сварки под флюсом представлена на рисунке 2.

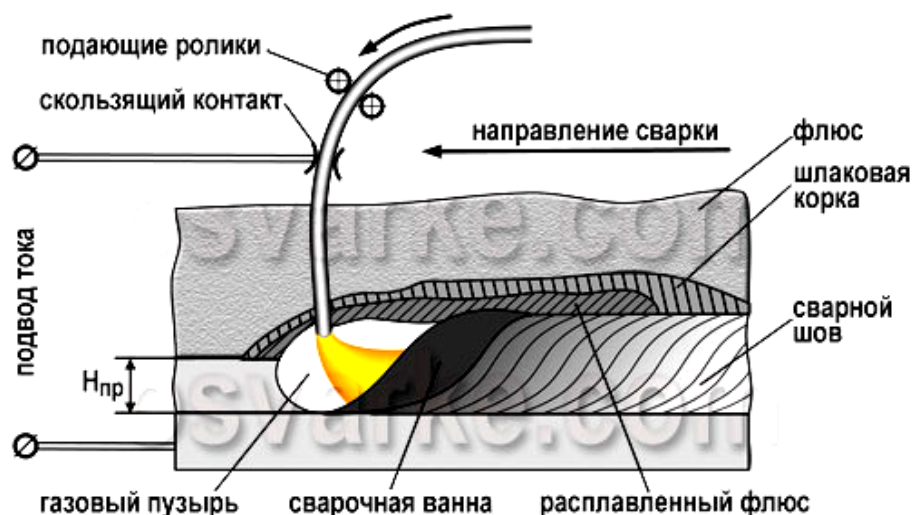


Рисунок 2 – Схема дуговой сварки под флюсом

Сварочная проволока подается в зону сварки с помощью подающих роликов. Плотный слой флюса, высыпаемый из бункера во время движения сварочного автомата, обеспечивает эффективную защиту расплавленного металла сварочной ванны от взаимодействия с окружающим воздухом.

При сварке под флюсом, сварочная проволока и флюс одновременно подаются в зону горения дуги, под воздействием теплоты которой плавятся кромки основного металла, электродная проволока и часть флюса.



Дуга горит в газовом пространстве, которое образуется парами и газами флюса и расплавленного металла. В результате металлургического взаимодействия шлака и расплавленного металла, в процессе кристаллизации металла сварочной ванны, формируется шов с необходимым химическим составом и механическими свойствами. На поверхности шва располагается легко отделяемая шлаковая корка из затвердевшего флюса. Расплавленный флюс защищает зону горения дуги от воздействия атмосферных газов и значительно улучшает качество металла шва [7].

*Автоматическая сварка под флюсом имеет следующие достоинства:*

1. Плавление электродного и основного металлов осуществляется под флюсом, надежно защищающим расплавленный металл от действия  $O_2$  и  $N_2$  воздуха;
2. При сварке под флюсом, по сравнению с РДС, применяются значительные токи, обеспечивающие глубокое проплавление основного металла, что позволяет производить сварку металла большой толщины без скоса кромок, а значит, и меньшее количество электродного металла, необходимого для сварки кромок;
3. Дуга горит под слоем флюса, невидима для оператора и окружающих лиц, вследствие чего не требуется специальных устройств для защиты глаз;
4. Процесс сварки под флюсом полностью механизирован, а простота процесса позволяет использовать для обслуживания автомата рабочих низкой квалификации, не требующей длительной подготовки.

Большие токи, высокая производительность, хорошее формирование шва, высокое качество сварного соединения, отсутствие брызг, пониженный расход электродной проволоки и электроэнергии, простота и надежность процесса - отличительные особенности способа автоматической сварки под флюсом [7].

### 3.4 Выбор сварочных материалов

Для автоматической сварки под флюсом сварочными материалами являются: сварочная проволока и флюс. Флюсом производится защита сварочной дуги.

Для изготовления балки определяем сварочную проволоку Св-08ГА для получения качественного шва (отсутствие пор) с хорошими механическими свойствами (таблица 10).

Таблица 10 – Химический состав сварочной проволоки Св-08ГА по ГОСТ 224670 [4]

C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %	Cu, %	Cr, %	Ni, %
менее 0,10	0,35 - 0,60	менее 0,30	менее 0,03	менее 0,03	менее 0,25	менее 0,12	менее 0,25

Проволока Св-08ГА применяется для автоматической сварки углеродистых сталей под флюсом с пределом текучести 235-285 Мпа и для производства электродов с повышенной вязкостью и пластичностью шва, предназначенных для сваривания низколегированной и низкоуглеродистой стали. Буква «А» в наименовании данной проволоки указывает на повышенную чистоту химического состава металла по содержанию фосфора и серы, «Св» обозначает – сварочная, а «08» - содержание углерода (С), около 0,8 % углерода, «Г» - содержание марганца, до 1%.

Влияние содержания углерода, фосфора, марганца и серы в сварочной проволоке на механические характеристики шва:

1. Содержание углерода – с уменьшением содержания углерода (С) в сварочной проволоке наплавленный сварочный шов становится пластичнее.
2. Содержание серы и фосфора — с уменьшением содержания фосфора (Р) и серы (S) увеличивается надежность сварного шва соединения.
3. Содержание марганца – марганец (Mn) упрочняет сварной шов соединения.

Основным требованием, предъявляемым к сварочной проволоке, является соответствие состава проволоки составу металла, из которого изготовлены свариваемые детали и конструкции. Температура плавления сварочной проволоки должна практически равняться температуре свариваемого металла, сам процесс плавления должен происходить равномерно, а проволока должна быть чистой и не окисленной [7].

Сварочный флюс АН-348А (табл. 11) предназначен для механизированной сварки и наплавки конструкций из низкоуглеродистых нелегированных и низколегированных сталей, нелегированной и низколегированной проволокой марок Св-08, Св-08ГА, S1, S2 при температурах эксплуатации конструкций до  $-40^{\circ}\text{C}$ . Флюс с содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  на верхнем пределе 2-2,5% рекомендуется только для сварки кремний и марганце содержащими проволоками [7].

Таблица 11 – Химический состав флюса АН-348А по ГОСТ 9087-81 [5]

$\text{SiO}_2$	$\text{MnO}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	S	P	$\text{CaF}_2$
40,0-44,0	31,0-38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12	3,0-6,0

### 3.5 Расчет параметров режима сварки

Наиболее важными параметрами режима автоматической сварки под флюсом являются: сила сварочного тока, напряжение на дуге, скорость перемещения дуги, диаметр и скорость подачи сварочной проволоки.

Расчет параметров режимов сварки под флюсом низкоуглеродистой стали, согласно условиям получения заданных геометрических размеров шва и наивысшей производительности, проведен по методике В.П. Демянцевича [1].

Подбор параметров режимов автоматической сварки под флюсом производился в соответствии со справочными данными и инструкцией ВСН 375-77 «Инструкция по автоматической дуговой под флюсом и электрошлаковой сварке с порошковым присадочным металлом (ППМ)», предназначенной для

специалистов сварочного производства, работающих по изготовлению и монтажу металлических конструкций [8].

Тип и конструктивные элементы шва принимаются в соответствии с ГОСТ 8713 – 79 [5]. Принимая во внимание толщину металла, вид соединения и условие обеспечения равномерного восприятия швам вертикальной нагрузки выбираем тип сварного соединения ТЗ.

Расчет режима сварки углового шва без разделки кромок начинаем с определения катета сварного шва: толщина полки балки – 14 мм, толщина стенки – 10 мм. Принимаем катет равным толщине более тонкой детали:  $K = 10$  мм (представлено на рисунке 3).

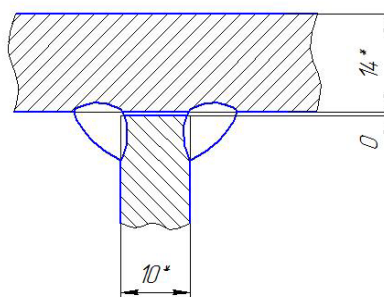


Рисунок 3 – Тавровое соединение ТЗ по ГОСТ 8713-79

В виду того, что автоматическая сварка под флюсом осуществляется на повышенных величинах тока, образуется большая ванна расплавленного металла, вследствие чего накладывание угловых швов обычным способом затруднительно, так как при этом большая часть расплавленного металла стекает на горизонтальную поверхность и шов получается неправильного сечения. Во избежание этого рекомендуется свариваемое изделие располагать так, чтобы обе поверхности были наклонены к горизонту под углом в  $45^\circ$ , т. е. сварку выполнять в положении «в лодочку».

Угловые швы двутавровой балки выполняем в положении «лодочка» вертикально расположенным электродом (представлено на рисунке 4,5).

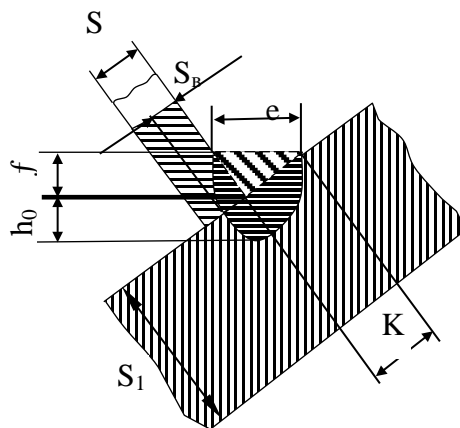


Рисунок 4 – Геометрические размеры шва

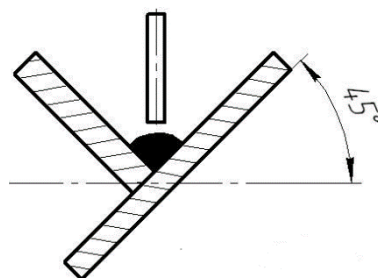


Рисунок 5 – Сварка угловых швов положения в «лодочку»

Рассчитаем диаметр электрода  $d_{эл}$ , мм:

$$d_{эл} = (0,29 - 1,1) h_{пр} \quad (2)$$

где  $h_{пр}$  – глубина проплавления, мм.

$$d_{эл} = (0,29 - 1,1) 5 = 3 \text{ мм}$$

Для обеспечения провара сварных швов примем глубину проплавления равной 5 мм. Тогда  $d_{эл}$  находится в пределах 1,8 – 6,6 мм. Для обеспечения стабильности процесса и высокой производительности предпочтительнее выбирать диаметры из середины ряда, выберем:  $d_{эл} = 3 \text{ мм}$ .

Устанавливаем силу сварочного тока на основании определенного диаметра электродной проволоки:

$$I_{св} = \frac{\pi d^2 j}{4} \quad (3)$$

где  $j$  – плотность тока,  $j = 88 \text{ A/мм}^2$

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 3^2 \cdot 88}{4} = 620 \text{ A}$$

Площадь наплавленного металла:

$$F_H = \frac{K^2}{2} + (q \cdot e \cdot 0,73), \text{ мм}^2 \quad (4)$$

где  $q$  – выпуклость сварного шва по ГОСТ 8713-79, мм;

$e$  – ширина сварного шва по ГОСТ 8713-79, мм.

$$F_H = \frac{10^2}{2} + (1,5 \cdot 14 \cdot 0,73) = 65 \text{ мм}^2$$

Напряжение на дуге:

$$U_g = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{св}}{\sqrt{d_{\text{э}}}}, \text{ В} \quad (5)$$

$$U_g = 20 + \frac{0,05 \cdot 620}{\sqrt{3}} = 37 \pm 1 \text{ В};$$

Вылет электрода:

$$\ell_{\text{эл}} = 10 \cdot d_{\text{э}}, \text{ мм} \quad (6)$$

$$\ell_{\text{эл}} = 10 \cdot 3 = 30 \text{ мм};$$

Коэффициент расплавления. При сварке на постоянном токе обратной полярности коэффициент расплавления  $\alpha_p$  рассчитывается по формуле 7:

$$\alpha_p = 6,3 + \frac{70,2 \cdot 10^{-3}}{d_9^{1,035}} \cdot I_{св}, \text{ } \mathcal{E} / A \cdot \text{ч} \quad (7)$$

$$\alpha_p = 6,3 + \frac{70,2 \cdot 10^{-3}}{3_9^{1,035}} \cdot 620 = 20,2$$

Скорость сварки рассчитывается по формуле 8:

$$V_{св} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св} \cdot 10^3}{\gamma \cdot F_H}, \text{ м / ч} \quad (8)$$

$$V_{св} = \frac{20,2 \cdot 620 \cdot 10^3}{7810 \cdot 65} = 24670_{\text{мм}} / \text{ч} = 24,6 \text{ м / ч}$$

Определяем скорость сварки – 25 м/ч.

Оценка формы углового шва:

Значение сварочного тока, которое при данной скорости позволяет получить плоские швы, называют критическим.

Критическое значение сварочного тока:

$$I_{кр} = I_0 + mV_{св}, A \quad (9)$$

где  $I_0$  – условное значение тока при нулевой скорости, равное 350 А;

$m$  – коэффициент зависящий от диаметра электродной проволоки, А · ч/м.

$$m = 10 \text{ А} \cdot \text{ч/м}$$

$$I_{кр} = 350 + 10 \cdot 25 = 600 \text{ А}$$

т.к.  $I_{св} > I_{кр}$ , то шов будет выпуклый.

Основные размеры шва при сварке на принятом режиме:

Погонная энергия сварки:

$$q_n = (I_{св} \cdot U_g \cdot \eta_{\vartheta}) V_{св}, \text{ Дж/см} \quad (10)$$

где  $\eta_{\vartheta}$  – эффективный КПД нагрева изделия дугой.

$\eta_{\vartheta} = 0,85$  (для сварки под флюсом)

$$q_n = \frac{620 \cdot 38 \cdot 0,85}{0,67} = 29102 \text{ Дж / см}.$$

Коэффициент формы проплавления:

$$\varphi = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_{\vartheta} \cdot U_g}{I_{св}} \quad (11)$$

где  $K'$  - коэффициент, при плотностях тока меньше  $120 \text{ А/мм}^2$  и сварке на постоянном токе обратной полярности равный

$$K' = 0,367 \cdot j^{0,1925} \quad (12)$$
$$K' = 0,367 \cdot 88^{0,1925} = 0,85$$

$$\varphi = 0,85 \cdot (19 - 0,01 \cdot 620) \cdot \frac{3 \cdot 38}{620} = 1,85$$

Глубина проплавления, мм при сварке под флюсом:

$$h'_p = 0,076 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\varphi_{np}}}, \text{ мм} \quad (13)$$
$$h'_p = 0,076 \cdot \sqrt{\frac{29102}{1,85}} = 9,2 \text{ мм}$$

Определяем ширину шва при рассчитанных параметрах режима сварки:



$$e = h'_P \cdot \varphi_{np}, \quad \mathcal{MM} \quad (14)$$

$$e = 9,2 \cdot 1,85 = 14,2 \text{ } \mu\text{m}$$

Предопределенная ширина сварного шва – 14 мм. Расчетное значение составило 14,2 мм, следовательно, подрезов не будет.

Высота усиления рассчитывается по формуле 15:

$$q' = \frac{F_B}{e \cdot 0,73}, \text{ }_{MM} \quad (15)$$

$$q' = \frac{15,33}{14,2 \cdot 0,73} = 1,5 \text{ мм}$$

Скорость подачи электродной проволоки рассчитывается по формуле 16:

$$V_{nm} = \frac{V_{cg} \cdot F_H \cdot (1 + 0,01\psi) \cdot 4}{\pi \cdot d_{\gamma}^2}, \text{ } M/u \quad (16)$$

$$V_{nn} = \frac{24,6 \cdot 65 \cdot 4}{3,14 \cdot 9} = 79,5 \text{ м/ч};$$

Определяем  $V_{nn} = 80$  м/ч. При расчетных режимах сварки сварной шов обладает следующими геометрическими размерами (представлено на рисунке 6).

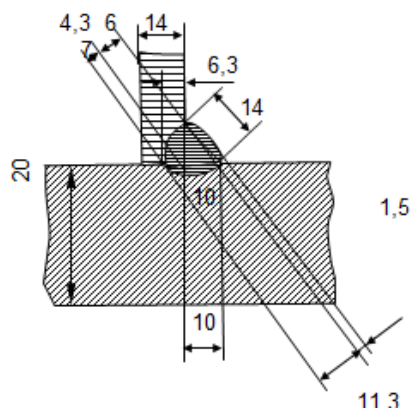


Рисунок 6 – Геометрические размеры сварного шва

Таблица 12 – Режимы автоматической сварки под флюсом угловых швов (сварка «в лодочку» однопроходным швом)

Условное обозначение сварного соединения	Толщина металла, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Диаметр электродной проволоки, мм
ТЗ	10	620	38	25	3

### 3.6 Выбор сварочного и вспомогательного оборудования

Для производства двутавровой балки определяем сварочный аппарат А1416 подвесного типа (представлено на рисунке 7).



Рисунок 7 – Сварочный автомат А1416

Автомат сварочный А1416 применяют для электродуговой сварки низкоуглеродистых и среднеуглеродистых сталей плавящимся электродом под

флюсом на постоянном токе. Перемещение автомата А1416 вдоль свариваемого шва выполняется с помощью самоходной тележки. Эжектор флюсовой системы расположен ближе к сварочному шву для более эффективного подбора остатков флюса. Установлен четырех-роликовый механизм подачи проволоки. Для поперечной корректировки положения мундштука имеется суппорт с перемещением от руки. Консольная конструкция пульта управления автомата позволяет его поворот на угол удобный для оператора [7].

Таблица 13 – Основные параметры автомата А1416

Наименование параметра	Норма
Напряжения питающей сети трехфазного переменного тока, В	380
Частота трехфазной питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	ПВ – 60% 500 ПВ – 100% 1000
Количество электродов, шт.	1
Диаметр электродной проволоки, мм	на 500А 1, 2...2 на 1000А 2...5
Способ защиты дуги	флюс
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	наименьшая 80 (47) наибольшая 850 (509)
Скорость сварки, м/ч,	I диапазон 9, 6 - 48 II диапазон 48 - 200
Регулировка скорости подачи электродной проволоки	плавная
Регулировка скорости сварки	плавная
Вертикальное перемещение сварочной головки:	а) ход, мм 250 б) скорость, м/мин 0, 49±0, 05
Поперечное перемещение сварочной головки:	а) ход, мм ±45 б) скорость, м/мин от руки
Способ слежения за стыком	указатель световой
Емкость флюсобункера, дм <sup>3</sup>	16
Высота всасывания флюса, м	не более 2
Габаритные размеры, мм	длина 1200 ширина 800 высота 1450

Система управления автомата А1416 построена на базе контроллера Siemens и гарантирует:

- вероятность запоминания до 3-х заранее определенных режимов сварки с их последующей правкой в процессе сварки;
- задача и воспроизведение текущих и установленных значений параметров сварки (сварочный ток, сварочное напряжение, скорость подачи проволоки, скорость перемещения автомата во время сварки) производится на панели оператора, которая установлена на пульте;
- автоматическое поддержание определенных режимов во время сварки за счет наличия обратной связи.

Датчики сварочного тока и сварочного напряжения расположены в шкафу управления. Датчики угловых поворотов располагаются на двигателях подачи проволоки и рабочего перемещения автомата.

Программой контроллера обрабатываются сигналы от датчиков. Система управления автомата А1416 базирована по релейной схеме, которая не предусматривает воспроизведение информации о текущих значениях скорости подачи проволоки и скорости перемещения автомата.

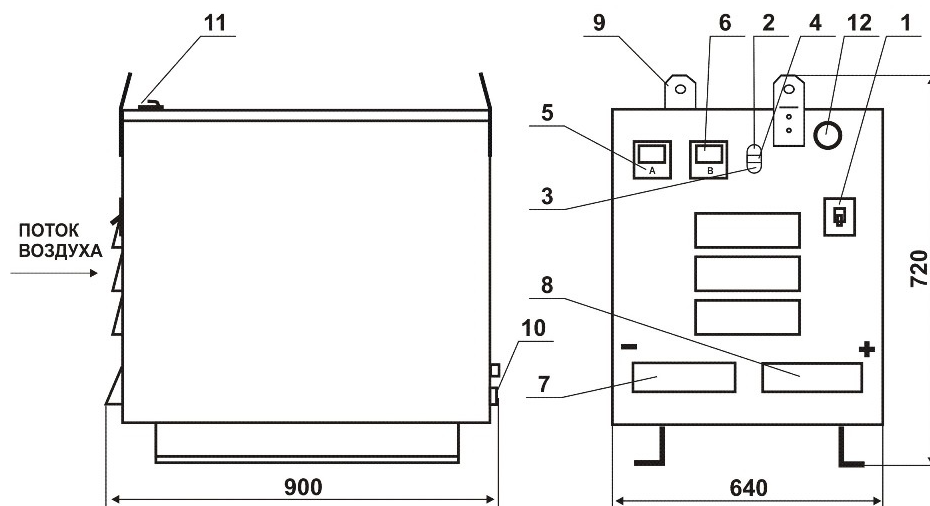
Сварочный автомат А1416 поставляется в комплекте с выпрямителем сварочным универсальным ВДУ-1202 (представлено на рисунке 8).

Выпрямитель сварочный универсальный ВДУ-1202 - это агрегат с универсальными внешними характеристиками (падающими и жесткими) специализированный для комплектации сварочных и наплавочных автоматов [20].

Сварочный выпрямитель ВДУ-1202 обладает рядом преимуществ:

- плавное регулирование сварочного тока;
- постоянство сварочного тока и рабочего напряжения;
- устойчивое зажигание дуги даже на малых токах и напряжениях;
- вероятность параллельной работы с удвоением мощности и управлением режимом работы с любого из источников.

Технические характеристики выпрямителя ВДУ-1202 продемонстрированы в таблице 14.



1 – выключатель «Сеть»; 2 – кнопка «Пуск»; 3 – кнопка «Стоп»; 4 – индикатор «Сеть»; 5 – амперметр; 6 – вольтметр; 7 – крышка выхода «-»; 8 – крышка входа «+»; 9 – скобы для подъема грузозахватным устройством; 10 – устройства заземления; 11 – крышка люка для подключения сетевых кабелей; 12 – устройство для ввода сетевых кабелей

Рисунок 8 – Внешний вид выпрямителя ВДУ-1202

Таблица 14 – Технические характеристики

Наименование параметра	ВДУ-1202
Номинальное напряжение питающей сети трехфазного тока, В	380
Первичная мощность, кВА, не более	102
Напряжение холостого хода, В, не более	85
Пределы регулирования сварочного тока, А (ПВХ/ЖВХ)	200-1250 250-1250
Номинальное рабочее напряжение, В	56
Пределы регулирования рабочего напряжения, В (ПВХ/ЖВХ)	28-56 26-56
Номинальная продолжительность работы, ПВ, %	100
Коэффициент полезного действия, %, не менее	79
Масса, кг, не более	550

\* ПВХ - Падающие внешние характеристики

\* ЖВХ - Жесткие внешние характеристики

На рисунке 9 изображена электрическая принципиальная схема сварочного выпрямителя ВДУ-1202.

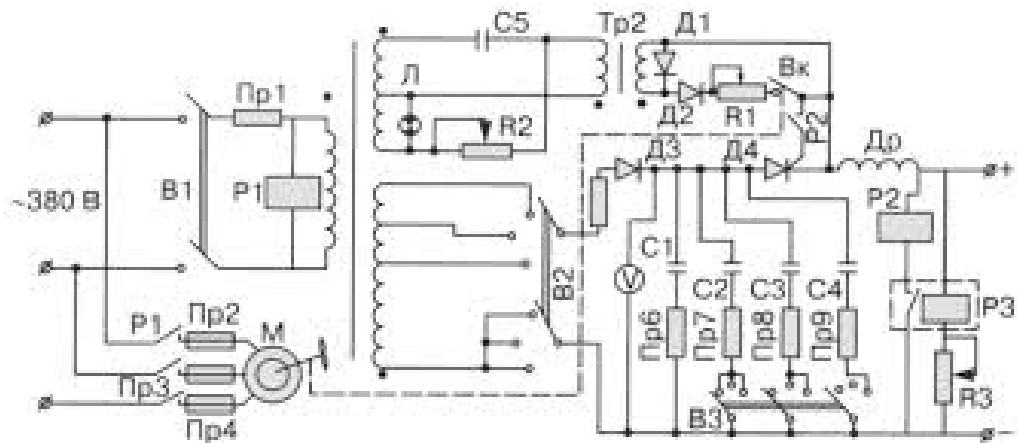


Рисунок 9 – Электрическая схема сварочного выпрямителя ВДУ-1202

В качестве вспомогательного сборочного оборудования, в производстве двутавровой балки, определяем порталную сварочную установку ЛНА, предназначенную для автоматизированной дуговой сварки под слоем флюса одной или двух двутавровых балок (колонн), находящихся в горизонтальном положении на стапелях (представлено на рисунке 10).



Рисунок 10 – Портальная сварочная установка ЛНА



Во время portalной сварки, балка помещается на стапелях под углом  $45^0$ , что гарантирует хороший провар и катет шва. На портале расположены два комплекта сварочных головок A1416, которые перемещаются в горизонтальном и/или вертикальном направлении по длине портала. Портальная установка оборудована системой слежения за сварным швом, что делает возможным совершать автоматическую сварку одновременно с передвижением портала по направляющим рельсам. Также на аппарате располагается система подачи, переработки и уборки флюса.

Организация и устройство portalной сварочной установки:

- Портал является важнейшим элементом portalной сварочной установки в виде сварной конструкции высокой жесткости. На портале расположены два комплекта сварочных головок A1416, источник питания ВДУ-1202, механизмы рециркуляции флюса, пульт управления и механизмы подачи проволоки. Перемещение портала осуществляется двумя электродвигателями переменного тока с червячными редукторами. Плавная регулировка скорости движения портала достигается при помощи инвертора переменного тока;

- Сварочная головка включает суппорт каретки, суппорт сварочной головки с токоподводом и механическую систему слежения за сварным швом. Перемещение каретки и суппорта сварочной головки происходит с помощью зубчатой рейки и шестерни двигателями, снабженными червячными редукторами, для того, чтобы суппорт каретки перемещался влево и вправо по portalу, а каретка двигалась вверх и вниз. Суппорт сварочной головки без затруднений перемещается в горизонтальной плоскости, обеспечивая стабильное присутствие в зоне сварного шва при сварке в «лодочку». Сварочная головка, под давлением пневмоцилиндра, упирается к разделке в течение всего процесса сварки и создает условия для формирования качественного сварного соединения;

- Концевые выключатели установлены на всех подвижных элементах установки (portal, сварочная головка, каретка сварочной головки), для обеспечения отключения двигателей при достижении механизмом крайнего по-

ложения, что делает возможным безопасную и надежную эксплуатацию оборудования;

- Стапель;
- Рельсовый путь.

Расположение в линии: порталная сварочная установка ЛНА может помещаться в сегменте совместно со станом для сборки балки серии TWH 6015 и станок для правки грибовидности НУJ 800 (станок для правки «геометрии» полок балки).

Производительность: при изготовлении балки высотой 1500 мм, составляет приблизительно до 120 погонных метров за смену (восьмичасовой рабочий день), с использованием одной порталной сварочной установки. Вероятно увеличение продуктивности путем аугментации количества порталных сварочных установок.

Таблица 15 – Технические параметры порталной сварочной установки

Параметры	Значение
Длина балки, мм	4000 - 15000
Ширина полки, мм	200 - 800
Толщина полки, мм	6 - 40
Толщина стенки, мм	6-30
Высота стенки, мм	300-1500
Линейная скорость сварки, м/мин	0,24-2,4
Скорость передвижения портала, м/мин	3
Длина рельс, мм	18000
Расстояние между рельсами	4000
Сварочное оборудование мм	2 комплекта для сварочных головок под слоем флюса A1416
Потребляемая мощность сварочного оборудования, кВт	2 x 50
Потребляемая мощность главного двигателя, кВт	10,4
Габаритные размеры установки (Д×Ш×В), мм	2600 x 4540 x 2781
Вес портала, кг	2800

Переворачивание (кантовку) балки будем выполнять с помощью цехового мостового крана.



### 3.7 Технологический процесс сварки

Сборка – установка свариваемых деталей в соответствующее положение друг относительно друга. Детали, поступающие на сборку, должны соответствовать следующим условиям: проверены на соответствие размеров, коробление; поверхности собираемых кромок зачищены от загрязнений, консервирующей смазки, ржавчины и окалины, на ширину 20-40 мм от стыка (очистку листового металла производят в дробеструйной камере) [15].

Исходя из технических и пространственных возможностей производственного участка, резку заготовок выполняют лазерной резкой, связи с протяженной длиной реза (12 метров) и прямолинейной формой элементов конструкции.


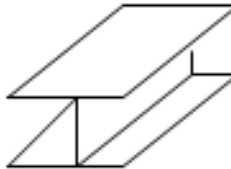

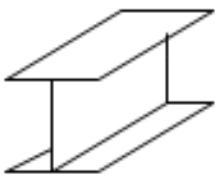
Сборка осуществляется с помощью прихваток, т.е. коротких сварных швов (15 – 50 мм в зависимости от толщины свариваемых элементов и длины шва). Для фиксации свариваемых деталей сечение прихваток должно составлять примерно 1/3 сечения основного шва. Расстояние между прихватками от 150 мм до 250 мм [15]. Последовательность технологических операций представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Последовательность технологических операций

№	Наименование операции	Наименование работ	№ деталей по схеме сборки
1	Очистка	Очистка листов металла от загрязнений	1
2	Резка	Резка листов на отдельные конструктивные элементы	1
3	Сборка	Сборка элементов конструкции в портальной сварочной установке на прихватках на д/а в CO <sub>2</sub>	2 + 3
4	Сварка	Сварка в портальной сварочной установке автоматической дуговой сваркой под слоем флюса	2 + 3
5	Сборка - сварка	Сборка и сварка ребер жесткости в кондукторе	1 + 2 + 3

Для упрощения проверки и последующей правки искривлённых мест, сборку и сварку будем осуществлять по технологии, представленной в операционной карте (таблица 17).

Таблица 17 – Операционная карта

№	Наименование операции	Эскиз	Оборудование	Примечание
1	Доставка материала в начало технологической операции		Мостовой кран общецеховой	Грузоподъемность 10 т
2	Очистка металла		Дробеструйная установка	
3	Резка полки и стенок		Установка воздушно-плазменной резки	УВНР-0901
4	Сборка (полка 2 + стенка 1) Выводные планки Прихватка		Портальная сварочная установка, стапели, полуавтомат А-547	 1 – 4 - последовательность выполнения швов Режимы выполнения прихваток: $d_{эл} = 1,2 \text{ мм}$ $I_{св} = 300 \text{ А}$ $U_d = 28 \text{ В}$ $V_{св} = 20 \text{ м/ч}$
5	Сварка (полка 2 + стенка 1)		Портальная сварочная установка, два комплекта сварочных головок А1416, источник питания ВДУ-1202, стапели	Режимы сварки: $d_{эл} = 3 \text{ мм}$ $I_{св} = 620 \text{ А}$ $U_d = 38 \text{ В}$ $V_{св} = 80 \text{ м/ч}$
6	Зачистка и срезка выводных планок		Углошлифовальная машина Makita 9069	
7	Правка грибовидности		Стан для правки НУЈ 800	
8	Контроль качества		Внешний осмотр, рулетки, универсальные шаблоны сварщика, рентгеновский аппарат «МАРТ-200»	

### 3.8 Контроль качества

С целью выявления наружных, внутренних и сквозных дефектов проводится контроль качества сварных соединений. Данная процедура складывается из методов контроля, предупреждающих образование дефектов, и методов контроля, выявляющих дефекты. К методам, предупреждающим образование дефектов, относятся контроль основного и присадочного металлов и других сварочных материалов, контроль качества подготовки деталей под сварку, а также применяемого оборудования и квалификации сварщиков. К методам, выявляющих дефекты, относятся неразрушающие и разрушающие методы контроля качества сварных соединений [10].

Неразрушающие методы контроля предназначены для выявления наружных и внутренних дефектов. Как водится, наружные дефекты выявляются внешним осмотром с использованием мерительного инструмента, а внутренние определяются физическими методами исследования – просвечиванием рентгеновскими и гамма-излучением, ультразвуком, магнитным и керосиновой пробой. Неразрушающий контроль заключается в том, что сварной образец или изделие подвергается действию соответствующих импульсов [10].

Контроль качества данной конструкции осуществляем двумя методами неразрушающего контроля: внешний осмотр и рентгеноскопический контроль.

Качество выполненных швов определяем рентгеновским аппаратом «МАРТ-200» (представлено на рисунке 11).



Рисунок 11 – Рентгеновский аппарат «МАРТ-200»

Рентгеновский аппарат МАРТ-200 предназначен для контроля качества различных сварных металлоконструкций. Используется для направленного и панорамного просвечивания, состоит из малогабаритного источника постоянного высокого напряжения и термоэмиссионной рентгеновской трубки.

Преимущества рентген аппаратов МАРТ:

- 1) Малогабаритный высоковольтный источник постоянного напряжения;
- 2) Большая частота преобразования напряжения сети в высокое напряжение с его последующим выпрямлением;
- 3) Большая мощность излучения;
- 4) Большой ресурс службы.

Отличительные особенности рентгеновского аппарата МАРТ-200:

- 1) Торцевое излучение в телесном угле порядка  $150^\circ$ ;
- 2) Малогабаритная рентгеновская трубка 0,1БПМ27-250 с регулируемым рабочим напряжением до 200 кВ;
- 3) Доза рентгеновского излучения 4Р;
- 4) Просвечиваемая толщина по стали до 40 мм;
- 5) Масса рентгеновского блока 5,5 кг.

Таблица 18 – Технические характеристики рентгеновского аппарата MART-250

Параметр	Единица измерения	Рентгеновский аппарат MART-250
Рабочее напряжение на рентгеновской трубке	кВ	100-200
Доза рентгеновского излучения в прямом пучке на расстоянии 500 мм от фокуса трубки за 1 мин	Р	4
Диаметр фокусного пятна	мм	3
Максимальная толщина просвечиваемой стали с фокусного расстояния 700 мм за время экспозиции 10 мин	мм	20 (F7 + Pb) 30 (F8 + RCF) 40 (F8 + NDT1200)
Мощность аппарата	Вт	100
Метод просвечивания	-	направленный
Вес излучателя	кг	5,5
Габариты излучателя	мм	420x100

### Методика контроля

Сварной шов разбивается на участки контроля и маркируется. Кассеты и радиографические пленки, заряжаемые в них, маркируются в том же порядке, что и соответствующие участки контроля. Кассета закрепляется на изделии, а со стороны источника излучения устанавливается эталон чувствительности. Тавровое угловое соединение изделия просвечивается по схеме, представленной на рисунке 12.

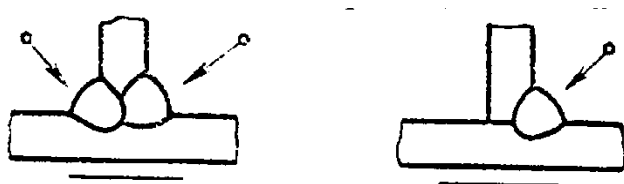


Рисунок 12 – Схема контроля тавровых соединений

По истечении времени просвечивания кассеты с пленкой снимают и экспонированную пленку подвергают обработке.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе рассмотрены особенности организации и проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия: цели и задачи проведения экзамена; обязательные условия для проведения экзамена; этапы подготовки и проведения экзамена; результаты демонстрационного экзамена.

Изучена методика организации и проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия.

Выполнено проектирование методики организации и проведения демонстрационного экзамена по стандартам ВОРЛДСКИЛЛС РОССИЯ по компетенции «Сварочные технологии» в ГАПОУ СО «Екатеринбургский промышленно-технологический техникум им. В.М. Курочкина».

Разработан комплект оценочной документации для проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия по профессии 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))»

В технологической части дипломной работы приводится разработка технологического процесса сборки и сварки двутавровой балки из стали 09Г2С: описание конструкции и условий ее эксплуатации; расчет свариваемости конструкционного материала; выбор способа сварки; разработка технологии сварки; выбор сварочного оборудования; выбор сборочно-сварочного приспособления (устройства); разработка операционно-технологической карты; контроль качества сварных соединений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением /А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. – М. – М.: Машиностроение, 1975. – 528 с.
2. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. / В.И. Анурьев.– М.: Машиностроение, 1999. –847 с.
3. ГОСТ 19281-89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия . – М.: Госстандарт СССР: Стандартиформ, 2008. – 24 с.
4. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. – М.: Госстандарт СССР: Стандартиформ, 2008. – 15 с.
5. ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Госстандарт СССР: Стандартиформ, 2008. – 38 с.
6. ГОСТ 9087-81 Флюсы стальные плавные. Технические условия». – М.: Госстандарт СССР: Стандартиформ, 2008. – 18 с.
7. Еремин, Е. Н. Технология и оборудование для дуговой сварки под флюсом: Учеб. пособие / Е. Н. Еремин, В. С. Кац. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2000. – 132 с.
8. Инструкция ВСН 375-77 «Инструкция по автоматической дуговой под флюсом и электрошлаковой сварке с порошковым присадочным металлом (ППМ)». – М.: (ВНИИМонтажспецстрой). – 1978. – 47 с.
9. Коган, Ю. А. Автоматы и полуавтоматы для дуговой сварки плавящимся электродом в среде защитных газов / Ю. А. Коган. – Л.: Энергия, 1976. – 148 с.
10. Контроль качества сварки. Учеб. пособие для машиностроительных вузов / под ред. В. Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1975. – 328 с.
11. Материаловедение: Учебник для вузов / Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – М.: Изд – во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 648 с.

12. Методика организации и проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия. Приложение №1 к приказу Союза «Ворлдскиллс Россия» от «30» ноября 2016 г. № ПО/19 режим доступа:

<https://worldskills.ru/nashi-proektyi/demonstracziionnyij-ekzamen/demonstracziionnyij-ekzamen-2019/documents/> (дата обращения: 06.12.2018).

13. Николаев, Г. А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование / Г. А. Николаев, В. А. Винокуров. – М.: Высш. школа, 1990. – 445 с.

14. Окерблом, Н. О. Проектирование технологии изготовления сварных конструкций / Н. О. Окерблом, В. П. Демянцевич, И. П. Байкова. – Л.: Судпромгиз, 1993. – 600 с.

15. Перечень поручений по реализации Послания Президента Федеральному Собранию от 4 декабря 2014 года № Пр-2821 режим па: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/47182> (дата обращения: 06.12.2018.).

14. Техническое описание компетенции «Сварочные технологии». – М.: Союз «Ворлдскиллс Россия», 2017. – 45 с.

15. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)». - М.: ИРПО, 2016. – 28 с.

16. Цукерман М.Б. Источники питания сварочной дуги и электрошлакового процесса. – М.: Высш.шк., 1975.– 238 с.